

손과 팔 재활 훈련 지원 시스템에서의 사용자 인터페이스 설계와 재활 훈련 방법

User Interface Design and Rehabilitation Training Methods in Hand or Arm Rehabilitation Support System

하 진 영* 이 준 호** 최 선 화**
Ha, Jin-Young Lee, Jun-Ho Choi, Sun-Hwa

Abstract

A home-based rehabilitation system for patients with uncomfortable hands or arms was developed. By using this system, patients can save time and money of going to the hospital. The system's interface is easy to manipulate. In this paper, we discuss a rehabilitation system using video recognition; the focus is on designing a convenient user interface and rehabilitation training methods. The system consists of two screens: one for recording user's information and the other for training. A first-time user inputs his/her information. The system chooses the training method based on the information and records the training process automatically using video recognition. On the training screen, video clips of the training method and help messages are displayed for the user.

키워드 : 사용자 중심 인터페이스, 재활 훈련, 영상 인식

Keywords : *user-centered interface, rehabilitation training, video recognition*

1. 서론

재활 훈련이라는 것은 사고로 인해 장기간의 병원 생활을 하거나 김스로 오랫동안 활동량이 줄어들게 되면서 몸의 근력이 감소하게 되고 기능이 약화가 되는데 이러한 신체 기능을 기존의 범위 이상으로 회복시키기 위해서 실시하는 안전하고 체계적인 활동이다. 현재 각종 사고와 재해가 늘어남에 따라 그만큼 재활치료가 필요한 환자의 수는 급증하고 있다. 그러나 현재 재활 훈련을 하기 위해서는 환자가 직접 병원을 방문하여 접수하고, 자신의 차례까지 기다린 후에야 이용을 할 수 있다. 이 같이 병원을 직접 방문하여 재활치료를 하려면

비용과 시간이 적지 않게 소요되며, 병원이 멀리 있는 환자나 몸이 불편한 환자, 병원에 주기적으로 가기 위한 시간이 없는 환자들은 재활 훈련을 하는데 어려움이 있다.

몇 가지 손상부위는 재활 훈련을 하기 위해 기구를 사용해야하기 때문에 병원을 방문하여 운동을 해야 한다. 그러나 손이나 팔 같은 경우 특별한 기구 없이 스트레칭과 반복동작을 통해 재활 훈련이 가능하기 때문에 시간과 돈을 낭비하며 병원을 찾을 필요가 없다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 집안에서 편리하게 손과 팔을 훈련 할 수 있는 재활 훈련 시스템이 필요하다.

재활 훈련 시스템은 누구나 쉽게 사용할 수 있고, 환자가 체계적으로 훈련을 하고 재활치료를 끝낼 수 있도록 관리 해줄 수 있다. 또 병원에 방문하여 재활훈련을 할 때 소모되는 비용과 시간을 줄여 사용자들에게 편안한 훈련 환경을 제공하도록 할 것이다[1].

* 강원대학교 컴퓨터정보통신공학 전공 교수, 교신저자

** 강원대학교 컴퓨터정보통신공학전공 학사과정

2. 사용자 인터페이스

2.1 좋은 사용자 인터페이스 정의

사용자 인터페이스란 사용자와 사물 또는 기기, 컴퓨터 프로그램 등의 사이의 의사소통이 가능하도록 일시적 혹은 영속적인 접근을 목적으로 만들어진 물리적 가상적 매개체를 의미하는 것이다 [2][3]. 좋은 사용자 인터페이스란 간단히 말해서 사용자가 원하는 작업을 쉽게 이용할 수 있는 사용자 중심의 인터페이스이다.

요즘 스마트폰에는 다양한 기능이 있다. 하지만 인터페이스가 좋지 않아 사용자가 그 기능들을 사용할 수 없다면 아무리 기능이 많아도 외면 받게 된다. 좋은 인터페이스의 중요성을 아주 잘 보여주는 이야기가 있다. 똑같은 메뉴를 파는 A와 B 음식점이 있었다. 그런데 이상하게도 B음식점에만 점점 손님이 늘어만 갔다. 그래서 알아보니 A음식점의 메뉴판에는 수없이 많은 메뉴와 가격이 이적혀 있었고 B음식점의 메뉴판에는 메뉴와 가격 그리고 그 옆에 그 음식 사진이 붙어 있었다는 것이다. 작은 차이이지만 그것은 사용자에게 메뉴를 쉽게 고를 수 있는 편리함을 제공한 것이다. 이처럼 좋은 인터페이스의 중요성은 핸드폰, 자동차, 옷, 음식점 등 여러 분야에서 부각 되고 있다.

좋은 인터페이스를 위해서는 몇 가지 적용해야 할 요소들이 있다. 첫 번째는 **명확성**이다. 시스템의 동작이나 구성요소가 의미하는 바를 명확하게 설명해서 사용자에게 혼동을 주면 안된다. 두 번째는 **간결함**이다. 사용자가 시스템을 이용하는데 필요한 것만 보이게 하여 기능이 많아도 복잡해 보이지 않게 해야 한다. 세 번째는 **익숙함**이다. 예를 들어 시작 버튼을 눌렀는데 정지하는 것이다. 아무리 편리한 인터페이스라도 사용자에게 익숙함을 느끼게 하지 못한다면 불편함을 느낄 수밖에 없다. 네 번째는 **응답성**이다. 사용자가 원하는 작업을 수행할 때 시스템은 최대한 빠른 속도로 사용자가 명확하게 작업 수행 결과를 알 수 있도록 응답해야 한다. 다섯 번째는 **유연함**이다. 사용자는 시스템을 사용함에 있어서 언제든지 실수 할 수 있다. 그러한 실수를 무시하면 안되고 사용자가 처리할 수 있는 방법을 제공해야 한다 [2][3].

2.2 좋은 사용자 인터페이스 설계

본 시스템에 2.1절에서 명시한 다섯 가지 요소를 적용하고 있다. 첫째로 시스템의 동작을 설명하는 도움말을 명시하고 사용자에게 혼동을 줄 수 있는 표현을 제거하여 명확성을 적용시켰다. 두 번째로 사용자가 계정을 생성하고 훈련을 하는 것에 관련된 것을 제외한 나머지 부분을 은폐함으로써 간단하게 여러 기능을 사용할 수 있도록 간결함을 적용하였다. 세 번째로 사용자에게 익숙한 기능 배치

와 화면구성을 함으로서 불편함을 느끼지 않도록 익숙함을 적용하였다. 네 번째로 응답성을 적용하기 위해 불필요한 코드를 줄이고 메모리를 효율적으로 할당하고 해제하여 응답 속도를 높이고 어떤 작업에 대해 음성으로 결과를 알려 줌으로서 사용자에게 명확하게 의미가 전달 될 수 있도록 설계하였다. 다섯 번째로 사용자가 어떤 실수를 하더라도 시스템에서 데이터를 매 순간순간 백업함으로써 데이터 손실을 막고 실수를 되돌릴 수 있는 기능을 곳곳에 배치하여 유연함을 적용시켰다.

3. 손, 팔 재활 훈련

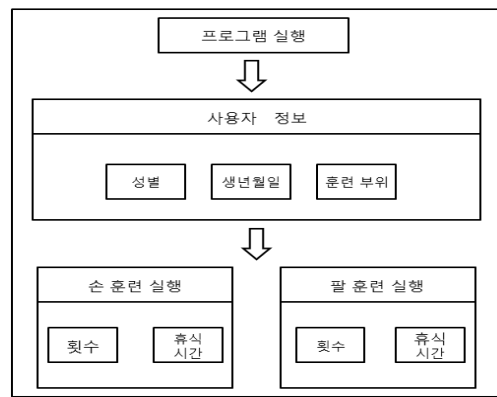


그림 1. 훈련 지침 선택 과정

손, 또는 팔에 손상을 입어 김스를 하거나 장기간 동안 움직이지 않게 되면 손과 팔을 움직이는데 필요한 근육들이 수축하여 활동력을 잃어버리게 된다. 그렇기 때문에 골절만 되고 근육에 손상이 없는 경우 골절이 회복되더라도 활동에 제한을 받게 된다. 재활 훈련은 이렇게 활동력을 잃어버린 근육들을 반복적인 동작으로 훈련을 시킴으로써 움직임에 제한을 받지 않도록 하는 것이다. 재활 훈련에는 스트레칭과 근력운동으로 나눌 수 있는데 본 논문에서 구현하는 재활 시스템은 스트레칭 위주로 재활훈련을 구성하였다. 손과 팔 재활 훈련은 손은 총 6단계 팔은 총 5단계로 구성되어 있다.

훈련의 횟수는 일반적으로 여성이 남성보다 5~10%정도 근육의 양이 적기 때문에 1세트에 여성은 8~10회, 남성은 10~12회씩 하며 세트가 끝날 때 마다 10~30초간의 휴식을 취하며 아프지 않고 피곤치 않는 범위에서 총 2~4세트의 훈련을 실시한다 [4]~[7].

그림 1은 영상 인식을 이용한 손과 팔 재활 시스템에서 훈련 지침이 정해지는 과정을 순차적으로 보여준다. 프로그램이 실행되고 사용자가 입력한 정보 중 훈련 부위에 따라 손 훈련 지침과 팔 훈련 지침이 선택 된다. 그 다음 사용자의 성별과

나이 정보에 따라 훈련의 횟수와 휴식시간을 결정한다.

3.1 손 재활 훈련

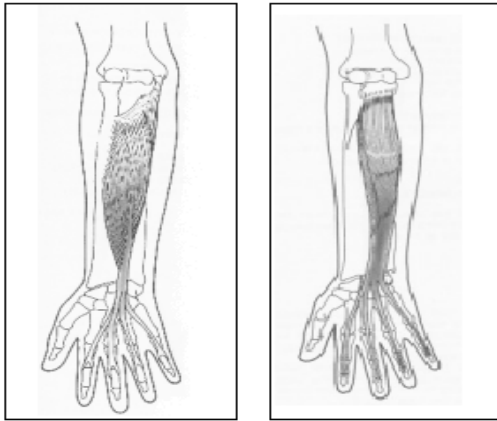


그림 2. 천지굴근, 심지굴근

손과 손가락은 늘 밖에 노출이 되어 있어 다른 부위보다 외상을 당할 경우가 높다. 미세한 동작을 할 수 있는 손과 손가락은 매우 기능이 복잡하고, 약간의 운동 장애에도 부자유스러움을 느끼는 부위이다.

요골, 척골의 말단과 8개의 수근골 사이에는 수관절이 있다. 즉, 팔과 손 사이에 수관절이 있기 때문에 손을 뒤로 젖히거나 앞으로 굽히거나 손목을 돌리거나 하는 운동을 자연스럽게 할 수 있게 된다. 그러나 수관절만으로는 연료가 없는 자동차와 같다. 연료에 해당하는 것은 바로 근육인데 수관절을 이용하여 손을 움직이는데 필요한 근육은 장요측 수근신근, 단요측 수근신근, 척측 수근신근, 장장근, 요측 수근굴근, 척측 수근굴근으로 총 6개로 이루어져 있다. 손가락은 수근골을 바탕으로 총지신근, 시지신근, 소지신근, 충양근, 골간근 총 5개로 이루어져 있다. 그리고 가장 중요한 손과 손가락 모두를 움직일 수 있는 천지굴근, 심지굴근이 있다. 본 논문에서는 손 훈련 지침을 설계하면서 주로 천지굴근, 심지굴근, 장장근과 손가락을 움직이는데 필요한 근육들을 이용하여 재활 훈련을 하도록 구성하였다[4]~[7].

3.2 손 훈련 지침

1단계

- ① 주먹을 쥔 상태에서 천천히 주먹을 편다.
- ② 주먹을 편 상태에서 다시 주먹을 쥔다.

2단계

- ① 손을 편 상태에서 천천히 손가락을 붙인다.
- ② 손가락을 붙인 후 다시 천천히 편다.

3단계

- ① 엄지, 검지만을 붙이고 나머지 손가락은 편다.
- ② 검지, 중지만을 붙이고 나머지 손가락은 편다.
- ③ 중지, 약지만을 붙이고 나머지 손가락은 편다.
- ④ 약지, 소지만을 붙이고 나머지 손가락은 편다.

4단계

- ① 엄지만 구부린다.
- ② 검지만 구부린다.
- ③ 중지만 구부린다.
- ④ 약지만 구부린다.
- ⑤ 소지만 구부린다.

5단계

- ① 검지만 펴서 숫자 1을 나타낸다.
- ② 검지와 중지만 펴서 숫자 2를 나타낸다.
- ③ 검지, 중지 그리고 약지를 이용하여 숫자 3을 나타낸다.
- ④ 검지, 중지, 약지 그리고 소지를 이용하여 숫자 4를 나타낸다.
- ⑤ 모든 손가락을 펴서 숫자 5를 나타낸다.

6단계

- ① 주먹을 가볍게 쥔다.
- ② 주먹을 앞쪽으로 숙여준다.
- ③ 주먹을 왼쪽으로 기울인다.
- ④ 주먹을 뒤로 젖힌다.
- ⑤ 주먹을 오른쪽으로 기울인다.

3.3 팔 재활 훈련

팔은 어깨와 손을 잇는 신경학적인 연계로 중요하다. 때문에 팔 근육에 손상을 입게 되면 팔 뿐만 아니라 어깨와 손을 사용하는데 있어 많은 어려움을 주어 일상생활을 불편하게 만든다.

일반적으로 팔은 견관절과 수관절 사이를 말한다. 그리고 견관절과 수관절의 사이에는 주관절이 존재하며 팔의 운동이라는 것은 견관절과 주관절을, 주관절과 수관절을 잇는 근육, 즉 견관절과 수관절을 움직이는데 필요한 근육과 상완이두근, 상완근, 완요골근, 원회내근, 상완삼두근, 주근, 방형회내근, 회외근 총 8개 근육들의 활동이다.

본 논문에서 기술하고 있는 팔 재활 설계를 할 때 위에서 나열한 8개의 근육들이 팔을 굽히고, 펴고, 비트는 등의 다양한 활동에 직접적으로 영향을 끼치기 때문에 주로 사용하여 재활 훈련을 할 수 있도록 구성하였다[4]~[8].

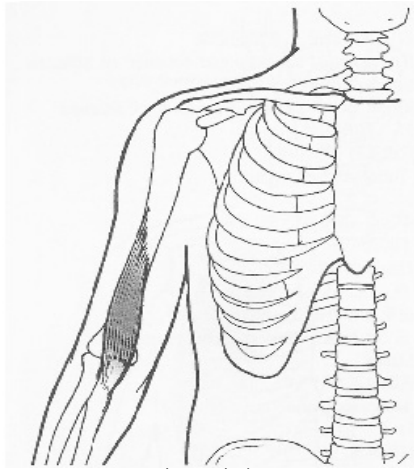


그림 3. 상완근

3.4 팔 훈련 지침

1단계

- ① 팔을 굽혀서 주먹을 최대한 거드랑이 쪽으로 끌어 올린다.
- ② 천천히 다시 팔을 편다.

2단계

- ① 팔을 굽혀서 주먹을 거드랑이에 붙인다.
- ② 수평방향으로 천천히 팔을 편다.
- ③ 팔에 무리가 가지 않을 때 까지 편 후 다시 천천히 구부린다.

3단계

- ① 차렷 자세에서 팔을 수평으로 천천히 올린다.
- ② 팔이 귀 옆에 붙을 때까지 올린 후 다시 천천히 내린다.

4단계

- ① 차렷 자세에서 팔을 수평으로 천천히 귀 옆에 붙을 때 까지 올린다.
- ② 팔을 구부려 목 뒤쪽에 손바닥을 붙인다.

5단계

- ① 팔을 90도로 굽힌다.
- ② 톱질을 하듯 90도로 굽힌 팔을 전후로 움직인다.

4. 재활 훈련 지원 시스템 구현

그림 4는 시스템의 실행 과정 나타낸 것이다. 시스템이 시작되고 사용자 설정 부분에서 새로운 사용자 정보를 입력, 현재 입력되어진 사용자를 삭제, 재활 훈련시작, 시스템을 종료할 수 있다. 사용

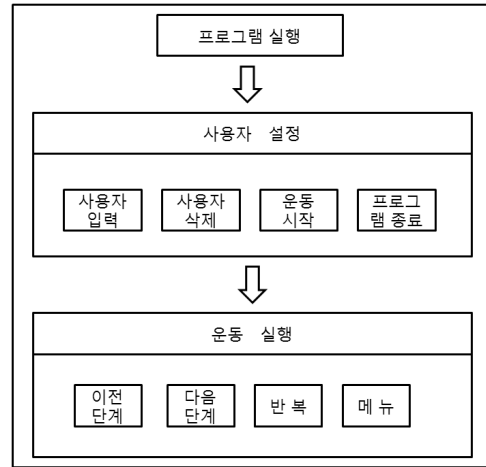


그림 4. 시스템 실행 과정

자 설정 다음으로 훈련실행 부분에서는 이전 단계 또는 다음 단계와 현재 단계훈련을 반복, 사용자 설정으로 이동하는 메뉴로 구성 되어있다.

4.1 사용자 설정

사용자 설정을 담당하는 화면은 사용자 목록을 보여주는 리스트창, 사용자 정보를 보여주는 창, 프로그램 설명을 보여주는 창, 사용자 정보를 조작하고 운동의 시작과 종료를 결정하는 버튼으로 구성된다.

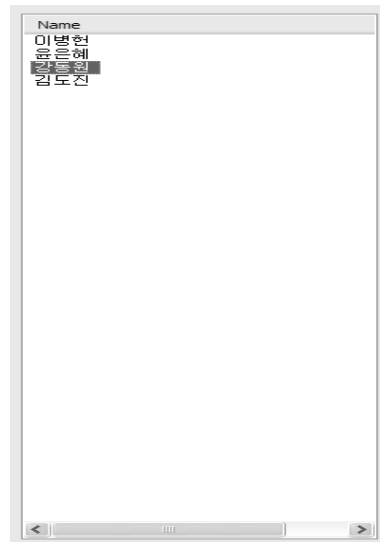


그림 5 리스트 창

그림 5는 이 시스템에 등록된 사용자들을 보여주는 리스트 이다. 이 리스트는 사용자 입력 버튼

을 실행하여 사용자 입력에서 사용자의 이름과 나이, 성별, 부위를 선택하여 저장을 하게 되면 사용자의 이름을 리스트에 표현해 주는 곳으로 리스트에서 사용자의 이름을 클릭을 해야만 훈련 시작 또는 사용자 삭제 기능을 실행 할 수 있다.



그림 6 사용자가 이용하는 버튼

그림 6의 사용자 입력 버튼은 시스템을 처음 사용하는 사용자가 자신의 정보를 입력할 수 있도록 도와주는 버튼이다. 사용자 삭제 버튼은 사용자가 재활 시스템을 끝냈을 경우나 이 시스템을 사용하고 싶지 않아 자신의 정보를 시스템에서 지우고 싶을 때 실행을 하는 것이다. 운동시작 버튼은 앞에서 설명하였듯 사용자 이름이 있는 List에서 사용자의 이름을 선택하지 않으면 경고 박스를 띄게 하여 사용자를 선택 후 실행이 된다. 종료 버튼은 현재 실행중인 시스템을 그만 두고 싶을 경우 실행되는 것으로 실행 시 경고 박스를 띄워 다시 한번 확인을 받은 후 현재까지의 변화된 정보를 모두 저장한 후 시스템 종료가 실행이 된다.

그림 7은 리스트에서 사용자의 이름을 클릭을 하게 되면 사용자의 대한 정보를 볼 수 있다. 처음 사용자가 자신의 정보를 입력한 것과 현재 재활 훈련을 몇 단계까지 훈련을 하였고 처음 접속날짜와 최근 접속날짜 그리고 재활훈련 성취도를 나타내어 사용자에게 자신의 정보를 자세하게 보여주는 곳이다.

그림 8은 사용자에게 시스템을 이해하고, 사용하는데 도움이 되는 정보를 보여주는 것으로 시스템의 사용방법과 도움말을 보여주는 곳이다. 시스템의 사용방법과 도움말은 HTML 문서로 제작하여 프로그램에 삽입함으로써 재활 훈련 지침의 수정이 필요 할 때 컴파일 할 필요 없이 HTML 문서만 수정하는 것으로 재활 훈련 지침을 수정할 수 있다.

이름 :	<input type="text" value="강동원"/>
나이 :	<input type="text" value="23"/>
성별 :	<input checked="" type="radio"/> 남 <input type="radio"/> 여
부위 :	<input type="checkbox"/> 손 <input checked="" type="checkbox"/> 팔
시작 날짜 :	<input type="text" value="2010년8월18일"/>
운동 단계 :	<input type="text" value="2"/>
최근 접속 날짜 :	<input type="text" value="2010년8월24일"/>
성취도 :	<input type="text"/>

그림 7 사용자 정보창

< 프로그램 설명 >

이 프로그램은 손이나 팔 또는 손과 팔이 불편한 사용자들이 병원을 방문하기 않고도 집안에서 재활 운동을 할 수 있게 하기 위해 개발된 것입니다.

< 사용 방법 >

1. 입력 버튼을 눌러 사용자 정보를 입력합니다.
2. List에서 사용자의 이름을 클릭하고 운동 시작 버튼을 누릅니다.
3. 화면 옆에 있는 모션화면을 보고 그 모션을 따라 운동을 하시면 됩니다.

< 도움말 >

- 다음 단계의 운동을 하길 원하시면 다음단계 버튼을 누르시면 됩니다.
- 이전 단계의 운동을 하길 원하시면 이전단계 버튼을 누르시면 됩니다.
- 출 단계와 현재 단계는 운동 화면 밑에 숫자로 표시 되어있습니다.
- 현재 운동단계를 다시 운동하기를 원하시면 반복 버튼을 누르시면 됩니다.
- 사용자 정보를 보기 위해서 메뉴 버튼을 누르시면 됩니다.
- 사용자를 삭제하시려면 List에서 이름을 클릭하시고 삭제 버튼을 누르시면 됩니다.
- List에서 이름을 클릭하게되면 사용자의 정보를 보실수 있습니다.

그림 8 프로그램 설명창

4.2 훈련 실행

훈련 실행 화면은 훈련 동작을 인식하는 화면, 훈련에 관한 모션 동영상과 도움말을 보여주는 화면, 훈련을 위해 사용자가 조작하는 버튼들로 구성

되어 있다.

그림 9의 좌측 화면은 웹 캡을 이용하여 사용자의 모션을 인식 하는 곳이다. 사용자의 영상을 인식하여 지금 재활 훈련 모션과 같이 모션을 하였는지 확인 하는 곳이다. 상단의 텍스트는 사용자가 지금 어떤 훈련, 몇 번째 단계를 하고 있는지 나타내 주는 곳이다. 좌측 하단은 사용자가 손이나 팔을 훈련을 할 때 총 몇 단계의 훈련을 하고 현재 훈련을 하고 있는 단계가 몇 단계인지 보여주는 곳이다. 또한 성별에 따라 훈련을 하는 횟수가 다르게 설정이 되어 지금 단계에서의 훈련 총 횟수와 인식된 훈련 횟수를 보여준다.



그림 9 훈련 실행 화면

우측 상단 부분은 사용자에게 단계별로 어떤 훈련을 하는 것인지 보고 쉽게 훈련을 따라 할 수 있도록 모션 동영상과 출력해 보여 주는 곳이다. 우측 하단 부분은 각 단계별로 재활 훈련에 대한 순서를 표현하여 사용자가 따라하는데 어려움이 없도록 도와주는 곳이다. 훈련 실행에서의 도움말 역시 HTML 문서로 제작하여 프로그램에 삽입함으로써 재활 훈련 지침의 수정이 필요 할 때 컴파일 할 필요 없이 HTML 문서만 수정하는 것으로 재활 훈련 지침을 수정할 수 있다. 좌측 하단의 이전 단계 버튼은 사용자가 훈련을 하던 중 현재 단계의 이전 훈련을 다시 하여야 할 때 선택을 하는 것으로 이전하기 전의 단계에서 훈련을 한 횟수는 무효화 된다. 즉 이전 단계의 훈련을 마친 후 이전하기 전의 단계로 돌아온다 하여도 훈련을 한 횟수는 0으로 초기화 된다는 것이다. 다음 단계 버튼은 사용자가 현재의 단계의 훈련 횟수를 모두 채웠을 때 다음 단계의 훈련을 실행하고자 할 때 선택이 되는 것이다. 메뉴 버튼은 훈련을 하는 도

중 자신의 정보를 보고 싶을 때 혹은 지금의 훈련을 멈추고 다른 사용자를 선택하여 훈련을 하여야 할 때 선택이 되는 것이다. 반복 버튼은 현재 훈련 단계에서 훈련 횟수를 모두 채웠지만 다시 한번 더 훈련을 하기를 원할 때 실행이 되는 것으로 훈련 횟수가 0으로 초기화 된다.

5. 결과

그림 9는 4장에서 설명한 각각의 역할을 하는 창들로 구성된 결과화면이다. 본 논문에서는 사용자가 자신의 정보를 입력하고, 자신의 정보를 삭제할 수 있으며 훈련을 할 때 현 단계를 완료하거나 사용자가 원할 때 이전 또는 다음단계로 이동을 할 수 있도록 구현을 하였다. 재활 훈련 부분은 손과 팔의 근육과 골격을 토대로 한 가지 동작에도 여러 근육과 골격이 복합적으로 운동이 되도록 가장 효율적으로 구성하였다. 재활 훈련 지침서는 사용자에게 모션동영상과 도움말을 보여 줌으로써 쉽게 이해하고 훈련을 할 수 있도록 구현했다.

이후 시스템의 사용자 설정 부분에서 사용자가 자신의 정보를 수정 할 수 있도록 하고, 사용자의 훈련 성취도를 단순히 퍼센트로 나타내지 않고 그래프를 이용하여 사용자가 자신의 훈련성취도를 쉽게 이해 할 수 있도록 수정을 하고 더 다양한 부위의 재활 훈련 지침과 여러 단계의 훈련 난이도로 재활 훈련을 구성한다면 더 많은 사용자가 이 시스템을 이해하고 사용하는데 편리하게 될 것으로 보인다.

감사의 글

본 과제(결과물)는 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 광역경제권 선도산업 인재양성사업의 연구결과입니다.

참고 문헌

- [1] 박민진, 정문희, “유헬스케어(u-Health Care) 도입전후 방문건강관리 건강지표의 관찰,” *한국생활환경학회지*, 제15권, 제1호, pp. 1-146, 2008.
- [2] 한혁수, *WEB 기반의 사용자 인터페이스*, 흥릉과학출판사, 2008.
- [3] 박선주, “시각장애인을 위한 인터넷뱅킹 UI 설계 및 구현에 관한 연구”, 연세대학교 교육대학원 석사학위논문, pp. 1-66. 2008.
- [4] 쿠리야마 세스로, *스포츠 재활운동의 실제*, 영문, 2006.
- [5] William E.Prentice, *스포츠 재활 총론*, E*PUBLIC, 2007.

산업기술연구(강원대학교 산업기술연구소 논문집), 제31권 A호, 2011.

손과 팔 재활 훈련 지원 시스템에서의 사용자 인터페이스 설계와 재활 훈련 방법

- [6] 윤성원 외 5명, 운동선수의 재활운동 프로그램 지침서, 국민체육진흥공단, 1999.
- [7] 쿠리야마 세쓰로우, 카와시마 퇴오, 스포츠 재활, 금광미디어, 2008.
- [8] 임승길, “야구선수의 주관절 내측측부인대 재건술 후재활운동의 효과,” 중앙대학교 박사학위논문, pp. 1-130, 2006.